

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/000201

International filing date: 12 January 2005 (12.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 20 2004 020 419.3  
Filing date: 20 January 2004 (20.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 13 June 2005 (13.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

20. 04. 2005



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Gebrauchsmusteranmeldung**

**Aktenzeichen:** 20 2004 020 419.3

**Anmeldetag:** 20. Januar 2004

**Anmelder/Inhaber:** Valeo Schalter und Sensoren GmbH,  
74319 Bietigheim-Bissingen/DE

**Bezeichnung:** Lenkwinkelsensor

**Abzweigung:** aus DE 10 2004 004 023.0

**IPC:** G 01 B, B 62 D, G 01 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen am 12. März 2005 eingegangenen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.

München, den 4. April 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Stanschus

S:\IB5DUP\DUPANM\200312\38261027-20032383.doc

Anmelder:  
Valeo Schalter und Sensoren  
GmbH  
Laiernstraße 12  
74321 Bietigheim-Bissingen

Allgemeine Vollmacht: 4.3.5.-Nr.306/99AV

38261027

20.01.2004  
ABU/TLG-BAU

**Titel:      Lenkwinkelsensor**

### **Beschreibung**

Die Erfindung betrifft Lenkwinkelsensor mit einem drehsynchron mit einer Lenksäule oder Lenkrad koppelbaren Hauptrotor, der um die Drehachse der Lenksäule herum drehbar ist, mit mindestens einem vom Hauptrotor antreibbaren Zusatzrotor, mit einer ersten Abtasteinheit zur Abtastung der Drehwinkelstellung des Hauptrotors, mit einer zweiten Abtasteinheit zur Abtastung der Drehwinkelstellung des Zusatzrotors.

Aus dem Stand der Technik sind Lenkwinkelsensoren bekannt, die auf einem optischen Prinzip basieren. Ein solcher

Lenkwinkelsensor kann einen Rotor mit Codescheiben aufweisen, deren Code durch eine Abtasteinheit abtastbar ist.

Üblicherweise ist der Code der Codescheiben durch Zähne unterschiedlicher Breite mit zwischengeschalteten Zahnücken realisiert. Die Zähne beziehungsweise die Zahnücken können durch optische Mittel, insbesondere durch Fotozellen, erfasst werden. Bedingt durch fertigungstechnische Beschränkungen kann mit einem derartigen Code zur Bestimmung der Drehwinkelstellung des Lenkrads lediglich eine Auflösung im Bereich von etwa  $1,5^\circ$  erreicht werden.

Nachteilig bei der Verwendung von optischen Mitteln ist außerdem, dass bei langer Betriebsdauer, insbesondere bei Verwendung in einem Kraftfahrzeug, die optischen Mittel Verschleißerscheinungen durch Schmutzeinwirkung unterliegen. Weiterhin ist die Herstellung der Codescheiben verhältnismäßig aufwändig.

Zur Verbesserung der Auflösung wird gemäß der DE 101 10 785 A1 vorgeschlagen, ein Zählrad zu verwenden, das von einem Rotor angetrieben wird, der eine Codescheibe aufweist. Die Drehwinkelstellung des Zählrades kann durch zwei voneinander im Winkelabstand von  $90^\circ$  zueinander versetzte Magnetfeldsensoren erfolgen und zur Berechnung des absoluten Lenkradwinkels herangezogen werden. Mit dieser Ausführung

lässt sich die oben genannte Auflösung um etwa Faktor 2 verbessern.

Weiterhin ist aus der DE 195 06 938 A1 ein Lenkwinkelsensor bekannt, bei dem mit einem Hauptrotor zwei Zusatzrotoren antreibbar sind, wobei die Drehwinkelstellung der Zusatzrotoren über Sensoren erfasst werden kann. Über die Drehwinkelstellung der vom Rotor angetriebenen Zusatzrotoren kann die Winkelstellung des Hauptrotors mathematisch ermittelt werden. Dabei lassen sich Auflösungen von bis zu  $0,1^\circ$  erzielen.

Nachteilig bei der in der DE 195 06 938 A1 vorgeschlagenen Anordnung ist die Tatsache, dass zusätzlich zum Rotor mindestens zwei Drehkörper erforderlich sind. Diese beanspruchen einen verhältnismäßig großen Platz. Außerdem müssen die Drehkörper letztlich vom Fahrer eines mit einem solchen Lenkwinkelsensor ausgestatteten Fahrzeugs angetrieben werden, wodurch entweder die erforderlichen Betätigungskräfte steigen oder eine stärkere Lenkunterstützung notwendig ist.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen möglichst hochauflösenden, kompakten Lenkwinkelsensor zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Zusatzrotor um die Drehachse der Lenksäule herum drehbar ist

und zum Antrieb des Zusatzrotors mindestens ein vom Hauptrotor angetriebenes Getriebeglied vorgesehen ist.

Durch die erfindungsgemäße Ausführung kann ein Lenkwinkelsensor mit einem besonders kleinen Raumbedarf geschaffen werden. Der Zusatzrotor erstreckt sich nicht, wie aus dem Stand der Technik bekannt, außerhalb der Lenksäule, sondern nutzt den um die Lenksäule zur Verfügung stehenden Bauraum. Somit kann die radiale Erstreckung des erfindungsgemäßen Lenkwinkelsensors auf ein Minimum reduziert werden. Dies ist insbesondere im Hinblick auf die möglichen Einbauorte eines Lenkwinkelsensors vorteilig. Ein Lenkwinkelsensor kann benachbart oder innerhalb eines Lenkrads angeordnet sein, wobei der Trend, im Lenkrad immer mehr Betätigungselemente für Fahr- oder Komfortfunktionen unterzubringen, zu einer Verknappung des für einen Lenkwinkelsensor zur Verfügung stehenden Bauraum führt. Auch bei Einbau des Lenkwinkelsensors in einer vom Lenkrad entfernten Lage (bspw. im Bereich des Lenkgetriebes) steht, insbesondere bei kleineren Kraftfahrzeugen, nur sehr wenig Bauraum zur Verfügung.

Da trotz der kompakten Bauweise des erfindungsgemäßen Lenkwinkelsensors zwei Rotoren abgetastet werden können, kann auch bei Verwendung von Abtasteinheiten, die auf einem optischen Prinzip basieren, eine gute Auflösung erzielt werden. Somit können durch den erfindungsgemäßen

Lenkwinkelsensor die Anforderungen "kompakte Bauweise" und "gute Auflösung" gleichermaßen erfüllt werden.

Der Lenkwinkelsensor kann eine Auswerteeinheit zur Auswertung der Ausgangssignale der Abtasteinheiten umfassen. Diese kann auch in eine Elektronikeinheit integriert sein, die weitere Fahrzeugfunktionen überwacht und/oder steuert.

Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Rotationsachse des Hauptrotors coaxial zur Drehachse der Lenksäule ist. Dies ermöglicht es, dass der Hauptrotor direkt mit der Lenksäule und/oder dem Lenkrad und/oder einem Lenkradgehäuse gekoppelt werden kann. Entsprechend kann auch die Rotationsachse des Zusatzrotors coaxial zur Drehachse der Lenksäule angeordnet sein.

Unabhängig davon, ob eine oder beide Rotationsachsen von Haupt- und Zusatzrotor coaxial zur Drehachse der Lenksäule angeordnet sind, können die Rotationsachse des Hauptrotors und die Rotationsachse des Zusatzrotors zueinander coaxial oder zueinander versetzt sein. Auf diese Weise können sehr flexibel verschiedene Übersetzungsverhältnisse berücksichtigt werden, die sich aus der Kopplung von Hauptrotor, Getriebeglied und Zusatzrotor ergeben.

Das Getriebeglied kann einen Antriebsabschnitt zum Antrieb durch den Hauptrotor und einen Abtriebsabschnitt zum Antrieb des Zusatzrotors aufweisen. Der Antriebs- und der

Abtriebsabschnitt können bspw. jeweils durch eine Verzahnung gebildet sein. So kann durch ein Getriebeglied auch eine mehrstufige Übersetzung erreicht werden.

Die Übersetzung der Getriebekette aus Hauptrotor, Getriebeglied und Zusatzrotor entspricht vorteilhafter Weise einem Zahlenwert aus der Menge der positiven reellen Zahlen, ausgenommen der Menge der positiven ganzen Zahlen.

Insbesondere sollte die Übersetzung ungleich 1 sein. Bei einem ganzzahligen Übersetzungsverhältnis kann das Problem auftauchen, dass die von den verschiedenen Magnetfeldsensoranordnungen erzeugten Signale in verschiedenen Drehwinkelstellungen von Hauptrotor und Zusatzrotor zueinander identisch sind, so dass eine Auswertung, welche absolute Lenkradstellung vorliegt, möglicherweise nicht eindeutig ist. Dieses Problem wird durch die Verwendung von nicht ganzzahligen Übersetzungsverhältnissen behoben.

Besonders vorteilhaft für eine gute Auflösung des Lenkwinkelsensor ist es, wenn Hauptrotor und Zusatzrotor jeweils sich über einen Winkelbereich erstreckende Magnetabschnitte mit Sektoren unterschiedlicher Polung aufweisen und wenn beide Abtasteinheiten Magnetfeldsensoranordnungen aufweisen, deren Ausgangssignale der Auswerteeinheit zur Bestimmung des absoluten Lenkradwinkels zuführbar sind. Hierdurch kann auf die Verwendung von optischen Mitteln, insbesondere von Codescheiben und Fotozellen, verzichtet werden. Durch die



Verwendung von Magnetfeldsensoranordnungen anstelle von optischen Mitteln kann ein verschleißunanfälliger und auch bei zunehmender Verschmutzung zuverlässig funktionierender Lenkwinkelsensor bereitgestellt werden.

Unter Magnetfeldsensoranordnung soll ein Magnetfeldsensor oder eine Mehrzahl von Magnetfeldsensoren verstanden werden. Der mindestens eine Magnetfeldsensor kann als Hallsensor oder als magnetoresistiver Sensor ausgeführt sein.

Vorteilhafterweise nehmen die Sektoren eines Magnetabschnitts einen gleichen Winkel ein. Somit können durch die Magnetfeldsensoranordnungen gleichmäßige, wellenförmige Ausgangssignale erzeugt werden. Beispielsweise kann der Magnetabschnitt einen Winkel von  $12^\circ$  einnehmen und zwei als Nord- und als Südpol ausgebildete Sektoren aufweisen, die jeweils einen Winkel von  $6^\circ$  einnehmen.

Vorteilhafterweise weist der Hauptrotor und/oder der Zusatzrotor mindestens zwei Magnetabschnitte auf. Aus dem Stand der Technik ist bekannt, einen Drehkörper mit einem Magnetabschnitt auszustatten, der sich über einen Winkel von jeweils  $180^\circ$  erstreckende, unterschiedlich gepolte Sektoren umfasst. Durch die Verwendung von mehreren Magnetabschnitten kann die Genauigkeit der Drehwinkelerfassung des Hauptrotors und/oder des Zusatzrotors erhöht werden. So kann der Hauptrotor mindestens 5, insbesondere 15 Magnetabschnitte und der Zusatzrotor mindestens 4, insbesondere 12 Magnetabschnitte

aufweisen. Diese wiederum können gleichmäßig entlang eines Kreises verteilt sein. Auch diese Maßnahme dient dazu, die Ausgangssignale der Magnetfeldsensoranordnungen zu vergleichmäßigen.

Vorteilhafterweise weist eine Magnetfeldsensoranordnung mindestens einen analogen Magnetfeldsensor auf. Somit können die Ausgangssignale der Magnetfeldsensoren nicht nur hinsichtlich Über- oder Unterschreitung eines Schwellwerts ausgewertet werden. Vielmehr kann ein analoges Ausgangssignal, das beispielsweise einem bestimmten Spannungswert entspricht, ausgewertet werden. Hierdurch können höhere Auflösungen erzielt werden als bei Verwendung von digital arbeitenden Magnetfeldsensoren. Selbstverständlich ist die Auswertung des analogen Signals mit Hilfe von Analog/Digital-Wandlern ebenfalls möglich. Hierbei sollte jedoch auf eine ausreichende Bitzahl, beispielsweise 8 bit, geachtet werden, um Auflösungen von ca.  $0,1^\circ$  zu ermöglichen.

Vorteilhafterweise weist eine Magnetfeldsensoranordnung zwei zueinander versetzt angeordnete Magnetfeldsensoren auf. Diese Sensoren können beispielsweise um die Hälfte des von einem Sektor eines Magnetabschnitts eingenommenen Winkelbereichs zueinander versetzt sein. Nimmt beispielsweise ein Magnetabschnitt einen Winkel von  $12^\circ$  ein und nehmen die Sektoren dieses Magnetabschnitts jeweils einen Winkel von  $6^\circ$  ein, so können die Magnetfeldsensoren um  $3^\circ$  zueinander versetzt sein. Durch diese Konstellation kann durch einen

ersten Magnetfeldsensor der Magnetfeldsensoranordnung ein Sinus-Signal detektiert werden, während vom zweiten, zum ersten Sensor versetzten Magnetfeldsensor ein Cosinus-Signal detektiert werden kann. Diese Signale können der Auswerteeinheit zugeführt werden und dort zur Bestimmung des absoluten Lenkradwinkels herangezogen werden.

Die Magnetabschnitte können entlang des äußeren Umfangs des Hauptrotors und/oder des Zusatzrotors vorgesehen sein, und die Magnetfeldsensoranordnungen können in radialer Richtung versetzt zu den Magnetabschnitten angeordnet sein. Diese Anordnung erlaubt eine besonders flache Bauweise des Lenkwinkelsensors.

Es ist auch möglich, dass die Magnetabschnitte entlang einer konzentrisch zur Drehachse des Hauptrotors und/oder des Zusatzrotors angeordneten Kreises vorgesehen sind und die Magnetfeldsensoranordnungen in axialer Richtung versetzt zu den Magnetabschnitten angeordnet sind. Durch diese Bauweise kann die radiale Erstreckung des Lenkwinkelsensors minimiert werden.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Bestimmung des absoluten Lenkradwinkels eines Lenkrades. Der absolute Lenkradwinkel kann für eine Lenkradumdrehung innerhalb eines Intervalls von  $0^\circ$  bis  $360^\circ$  und für mehrere Lenkradumdrehungen innerhalb eines Vielfaches eines Intervalls von  $0^\circ$  bis  $360^\circ$  bestimmt werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Einzelheiten der Erfindung sind der folgenden Beschreibung zu entnehmen, in der die Erfindung anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschrieben und erläutert ist.

Es zeigen:

- Figur 1 eine Draufsicht auf eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lenkwinkelsensors;
- Figur 2a einen Schnitt durch den Lenkwinkelsensor gemäß II-II in Figur 1;
- Figur 2b ein der Figur 2a entsprechender Schnitt einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lenkwinkelsensors;
- Figuren 3a - 3c alternative Anordnungen von Magnetabschnitten und Magnetfeldsensoren;
- Figur 4 von einem Magnetfeldsensor erzeugte Ausgangssignale; und
- Figur 5 eine tabellarische Übersicht zur Analyse der asynchronen Signalperioden von Hauptrotor und Zusatzrotor des Lenkwinkelsensors.

In Figur 1 ist ein Lenkwinkelsensor insgesamt mit dem Bezugszeichen 2 nachbezeichnet. Dieser weist einen im wesentlichen scheibenförmig ausgebildeten Hauptrotor 4 sowie einen im wesentlichen scheibenförmig ausgebildeten Zusatzrotor 6 auf. Ferner ist ein Getriebeglied 8 vorgesehen, das eine Getriebekette mit dem Hauptrotor 4 und dem Zusatzrotor 6 bildet.

Der Hauptrotor 4 rotiert um eine Rotationsachse 10, die koaxial zur Drehachse 12 einer (auch in Figur 2a dargestellten) Lenksäule 14 angeordnet ist. Die Rotationsachse 16 des Zusatzrotors 6 ist zu der Drehachse 12 der Lenksäule 14 und zur Rotationsachse 10 des Hauptrotors 4 um das Maß 18 versetzt. Das Getriebeglied 8 rotiert um eine Rotationsachse 20.

Der Hauptrotor 4 weist eine Außenverzahnung 22 auf, die mit einem Antriebsabschnitt 24 des Getriebeglieds 8 kämmt. Der Antriebsabschnitt 24 ist durch ein (auch in Figur 2a dargestelltes) Zahnrad gebildet. Das Getriebeglied 8 weist ferner einen Abtriebsabschnitt 26 auf, der ebenfalls als Zahnrad ausgebildet ist und mit einer Verzahnung 28 des Zusatzrotors 6 kämmt.

Der Hauptrotor 4, der Zusatzrotor 6 sowie das Getriebeglied 8 sind in einem nur in Figur 2a dargestellten Gehäuse 30 gelagert. Dieses weist ein Gehäuseoberteil 32 sowie ein Gehäuseunterteil 34 auf. Beide Gehäuseteile 32 und 34 bilden

eine Öffnung 36, durch die sich die Längssäule 14 hindurch erstreckt. Das obere Gehäuseteil 32 bildet im Bereich der Öffnung 36 einen Führungskragen 38 für einen Ringabsatz 40 des Hauptrotors 4, wodurch der Hauptrotor 4 am Gehäuse 30 geführt ist. Entsprechend weist das untere Gehäuseteil 34 einen Führungskragen 42 für einen Ringabsatz 44 des Zusatzrotors 6 auf, wodurch dieser am Gehäuse 30 gelagert ist. Das Gehäuse 30 weist ferner Lageraufnahmen 46 und 48 für einen Lagerbolzen 50 auf, der drehfest mit dem Antriebsabschnitt 24 und dem Abtriebsabschnitt 26 des Getriebeglieds 8 verbunden ist.

Der Hauptrotor 4 weist entlang eines Kreises verteilte Magnetabschnitte 52 auf, wobei Nordsektoren 54 und Südsektoren 56 alternierend angeordnet sind. Ein Magnetabschnitt 52 ist durch einen Nordsektor 54 und einen Südsektor 56 gebildet. Der Zusatzrotor 6 weist ebenfalls entlang eines Kreises angeordnete Magnetabschnitte 58 mit Nord- und Südsektoren auf.

Den Magnetabschnitten 52 des Hauptrotors 4 ist eine Magnetfeldsensoranordnung 60 zugeordnet, die einen ersten Magnetfeldsensor 62 und einen zweiten Magnetfeldsensor 64 umfasst. Weiterhin ist eine zweite Magnetfeldsensoranordnung 66 vorgesehen, die dem Zusatzrotor 6 zugeordnet ist. Diese weist einen ersten Magnetfeldsensor 68 auf, der auch in Figur 2a dargestellt ist, sowie einen zweiten Magnetfeldsensor 70, der in der Figur 1 dargestellten Anordnung verdeckt ist und daher gestrichelt dargestellt ist.

Aus Figur 2a ist ersichtlich, dass die Magnetfeldsensoren (dargestellt 62 und 68) über Verbindungselemente 74 mit einer Leiterplatte 72 verbunden sind, wobei die Magnetfeldsensoren 62 und 68, die Verbindungselemente 64 sowie die Leiterplatte 72 innerhalb des Gehäuses 30 aufgenommen sind.

In Figur 2b ist eine zweite Ausführungsform eines Lenkwinkelsensor 2' dargestellt, der ebenfalls einen Hauptrotor 4', einen Zusatzrotor, 6' sowie ein Getriebeglied 8' umfasst. Im Unterschied zu dem in Figuren 1 und 2a dargestellten Lenkwinkelsensor 2 sind die Rotationsachse 10' des Hauptrotors 4', die Rotationsachse 16' des Zusatzrotors 6' sowie die Drehachse 12' der Lenksäule 14' coaxial zueinander angeordnet. Das Getriebeglied 8' ist mit seinem Antriebsabschnitt 24' sowie seinem Abtriebsabschnitt 26' an die Verzahnungsgeometrie des Hauptrotors 4' beziehungsweise des Zusatzrotors 6' angepasst. Die Führungskragen 38' und 42' der Gehäuseteile 32' und 34' sind zueinander fluchtend angeordnet.

In den Figuren 3a - 3c sind alternative Ausführungsformen für mögliche Anordnungen von Magnetabschnitten und Magnetfeldsensoren anhand vereinfacht dargestellter Rotoren 4a bis 4c dargestellt, wobei die dargestellten Anordnungen beispielhaft für einen Zusatzrotor 4 gelten sollen. Für einen Hauptrotor 6 können die in den Figuren 3a - 3c dargestellten Anordnungen entsprechend spiegelsymmetrisch ausgebildet sein.

In der Figur 3a sind Magnetabschnitte 58a entlang eines äußeren Umfangs des Rotors 4a angeordnet. Entsprechende Magnetfeldsensoren (dargestellt der Magnetfeldsensor 68a) sind axial versetzt zu den Magnetabschnitten 58a vorgesehen. Der Magnetfeldsensor 68a ist auf einer Leiterplatte 72a angeordnet.

Gemäß Figur 3b sind Magnetabschnitte 58b ebenfalls entlang eines äußeren Umfangs eines Rotors 4b vorgesehen. Entsprechende Magnetfeldsensoren (dargestellt Magnetfeldsensor 68b) sind radial außerhalb vom Rotor 4b angeordnet. Der Magnetfeldsensor 68b steht über ein Verbindungselement 74b in Verbindung mit einer Leiterplatte 72b.

Die in Figur 3c dargestellte Anordnung entspricht im Wesentlichen der in Figur 3b dargestellten Anordnung, wobei jedoch auf die Verwendung eines Verbindungselements zwischen Magnetfeldsensor 68c und Leiterplatte 72c verzichtet wird.

In Figur 4 sind die Ausgangssignale der Magnetfeldsensoranordnung 60 dargestellt. Das sinusförmige Signal 76 entspricht dem Ausgangssignal des Magnetfeldsensors 62. Das cosinusförmige Signal 78 entspricht dem Ausgangssignal des Magnetfeldsensors 64. Die Signale 76 und 78 sind um  $6^\circ$  zueinander versetzt. Entsprechende Signale können durch die Magnetfeldsensoren 68 und 70 der Magnetfeldsensoranordnung 66 erzeugt werden.



Im Folgenden soll das Ausführungsbeispiel anhand konkreter Zahlenbeispiele erläutert werden.

Die Zähnezah! des Hauptrotors 4 beträgt  $z_{r1} = 60$ . Die Zähnezah! des Zusatzrotors 6 beträgt  $z_{r2} = 48$ . Die Zähnezah! des Antriebsabschnitts 24 des Getriebeglieds 8 beträgt  $z_{g1} = 15$ , die des Abtriebsabschnitts 26  $z_{g2} = 26$ . Das Übersetzungsverhältnis der aus Hauptrotor 4, Getriebeglied 8 und Zusatzrotor 6 gebildeten Getriebekette ergibt sich somit zu

$$i = \frac{z_{r1}}{z_{g1}} * \frac{z_{g2}}{z_{r2}} = \frac{60}{15} * \frac{26}{48} = 2,167$$

Der Hauptrotor 4 weist 15 Magnetabschnitte 52 auf, die einen Winkel  $\alpha_{pr1}$  von jeweils  $24^\circ$  einnehmen. Jeder Sektor 54 und 56 eines Magnetabschnitts 52 nimmt einen Winkel von  $12^\circ$  ein.

Somit wiederholt sich der in Figur 4 dargestellte Signalverlauf bei einer Umdrehung des Hauptrotors 4 insgesamt  $p_{r1} = 15$  mal.

Der Zusatzrotor weist 12 Magnetabschnitte 58 auf, die einen Winkel  $\beta_{pr2}$  von jeweils  $30^\circ$  einnehmen. Jeder Sektor eines Magnetabschnitts 58 nimmt einen Winkel von  $15^\circ$  ein. Somit wiederholt sich der durch die Magnetfeldsensoranordnung 66ensierte Signalverlauf bei einer Umdrehung des Zusatzrotors 6 insgesamt  $p_{r2} = 12$  mal.

Die Auflösung  $\alpha_{ar1}$  der Magnetfeldsensoranordnung 60 beträgt  $0,1^\circ$ . Somit beträgt für den Hauptrotor 4 die Gesamtzahl der elektronischen Signalwerte pro Signaldurchgang

$$w_{r1(ges)} = \frac{\alpha_{pr1}}{\alpha_{ar1}} = \frac{24^\circ}{0,1^\circ} = 240$$

Die Auflösung  $\beta_{ar2}$  der Magnetfeldsensoranordnung 66 beträgt  $0,2^\circ$ . Somit beträgt für den Zusatzrotor 6 die Gesamtzahl der elektronischen Signalwerte pro Signaldurchgang

$$w_{r2(ges)} = \frac{\beta_{pr2}}{\beta_{ar2}} = \frac{30^\circ}{0,2^\circ} = 150$$

Eine Anzahl von 240 oder 150 Signalwerten ist durch 8 Bit darstellbar ( $2^8$  Signalwerte =  $256 > 240 > 150$ ).

Der Signalwinkel des periodischen Signals des Zusatzrotors 6, der aus dem Drehwinkel des Hauptrotors 4 ermittelt wird, beträgt

$$\varepsilon_{r2} = p_{r2} * \beta_{r2} = p_{r2} * \ddot{u} * \alpha_{r1}$$

Jedem Signalwinkel kann ein entsprechender elektronischer Signalwert zugeordnet werden:

$$w_{r2} = \frac{\varepsilon_{r2}}{360^\circ} * w_{r2(ges)}$$

Gemäß der in Figur 5 dargestellten Tabelle sind verschiedenen Winkeln  $\alpha_0$  (bei Nulldurchgang des periodischen Signalverlaufs des Hauptrotors 4) Signalwerte  $w_{r2}$  zugeordnet, die den Signalwinkeln des Zusatzrotors 6 entsprechen. Ein Signalwert  $w_{r2}$  liegt im Intervall von 0 bis 150 ( $w_{r2(ges)}$ ). Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass sich die Signalwerte  $w_{r2}$  des Zusatzrotors 6 bei sich periodisch wiederholenden Signalwerten des Hauptrotors 4 um wenigstens 10 Signalwerte unterscheiden. Somit kann innerhalb eines Winkels von  $360^\circ$  jeder Winkel eindeutig detektiert werden.

**Patentansprüche**

1. Lenkwinkelsensor (2), mit einem drehsynchron mit einer Lenksäule (14) oder Lenkrad koppelbaren Hauptrotor (4), der um die Drehachse (12) der Lenksäule (14) herum drehbar ist, mit mindestens einem vom Hauptrotor (4) antreibbaren Zusatzrotor (6), mit einer ersten Abtasteinheit zur Abtastung der Drehwinkelstellung des Hauptrotors (4), mit einer zweiten Abtasteinheit zur Abtastung der Drehwinkelstellung des Zusatzrotors (6), dadurch gekennzeichnet, dass der Zusatzrotor (6) um die Drehachse (12) der Lenksäule (14) herum drehbar ist und zum Antrieb des Zusatzrotors (6) mindestens ein vom Hauptrotor (4) angetriebenes Getriebeglied (8) vorgesehen ist.
2. Lenkwinkelsensor (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Auswerteeinheit zur Auswertung der Drehwinkelstellung des Hauptrotors (4) und der Drehwinkelstellung des Zusatzrotors (6) vorgesehen ist.
3. Lenkwinkelsensor (2) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotationsachse (10) des Hauptrotors (4) coaxial zur Drehachse (12) der Lenksäule (14) ist.

4. Lenkwinkelsensor (2) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotationsachse (16) des Zusatzrotors (6) coaxial zur Drehachse (12) der Lenksäule (14) ist.
5. Lenkwinkelsensor (2) nach mindestens einem Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotationsachse (10) des Hauptrotors (4) und die Rotationsachse (16) des Zusatzrotors (6) coaxial zueinander sind.
6. Lenkwinkelsensor (2) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotationsachse (10) des Hauptrotors (4) und die Rotationsachse (16) des Zusatzrotors (6) zueinander versetzt sind.
7. Lenkwinkelsensor (2) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptrotor (6) und der Zusatzrotor (4) im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind.
8. Lenkwinkelsensor (2) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebeglied (8) einen Antriebsabschnitt (24) zum Antrieb durch den Hauptrotor (4) und einen Abtriebsabschnitt (26) zum Antrieb des Zusatzrotors (6) aufweist.

9. Lenkwinkelsensor (2) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Übersetzung der Getriebekette aus Hauptrotor (4), Getriebeglied (8) und Zusatzrotor (6) ungleich (1) ist.
10. Lenkwinkelsensor (2) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Übersetzung der Getriebekette aus Hauptrotor (4), Getriebeglied (8) und Zusatzrotor (6) einem Zahlenwert aus der Menge der positiven reellen Zahlen, ausgenommen der Menge der positiven ganzen Zahlen, entspricht.
11. Lenkwinkelsensor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Hauptrotor (4) und Zusatzrotor (6) jeweils sich über einen Winkelbereich erstreckende Magnetabschnitte (52, 58) mit Sektoren (54, 56) unterschiedlicher Polung aufweisen und dass beide Abtasteinheiten Magnetfeldsensoranordnungen (60, 66) aufweisen, deren Ausgangssignale der Auswerteeinheit zur Bestimmung des absoluten Lenkradwinkels zuführbar sind.
12. Lenkwinkelsensor (2) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Sektoren (54, 56) eines Magnetabschnitts (52, 58) einen gleichen Winkel einnehmen.
13. Lenkwinkelsensor (2) nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptrotor (4) und/oder der

Zusatzrotor (6) mindestens zwei Magnetabschnitte (52, 58) aufweist beziehungsweise aufweisen.

14. Lenkwinkelsensor (2) nach mindestens einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptrotor (4) mindestens 5, insbesondere 15 Magnetabschnitte (52), und der Zusatzrotor mindestens 4, insbesondere 12 Magnetabschnitte (58) aufweist.
15. Lenkwinkelsensor (2) nach mindestens einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetabschnitte (52, 58) entlang eines Kreises gleichmäßig verteilt sind.
16. Lenkwinkelsensor nach mindestens einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Magnetfeldsensoranordnung (60), (66) mindestens einen analogen Magnetfeldsensor (62, 64, 68, 70) aufweist.
17. Lenkwinkelsensor (2) nach mindestens einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass eine Magnetfeldsensoranordnung (60, 66) zwei zueinander versetzt angeordnete Magnetfeldsensoren (62, 64 bzw. 68, 70) aufweist.
18. Lenkwinkelsensor nach mindestens einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetfeldsensoren (62, 64 bzw. 68, 70) um die Hälfte des

von einem Sektor (54, 56) eingenommenen Winkelbereich zueinander versetzt sind.

19. Lenkwinkelsensor (2) nach mindestens einem der Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetabschnitte (52, 58) entlang des äußeren Umfangs des Hauptrotors (4) und/oder des Zusatzrotors (6) vorgesehen sind und die Magnetfeldsensoranordnungen (60, 66) in radialer Richtung versetzt zu den Magnetabschnitten (52, 58) angeordnet sind.
20. Lenkwinkelsensor (2) nach mindestens einem der Ansprüche 11 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetabschnitte (52, 58) entlang eines konzentrisch zur Rotationsachse (10) des Hauptrotors (4) und/oder zur Rotationsachse (16) des Zusatzrotors (6) angeordneten Kreises vorgesehen sind und die Magnetfeldsensoranordnungen (60, 66) in axialer Richtung versetzt zu den Magnetabschnitten (52, 58) angeordnet sind.
21. Verfahren zur Bestimmung des absoluten Lenkradwinkels eines Lenkrades, insbesondere unter Verwendung eines Lenkwinkelsensors (2) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
  - mit einer ersten Abtasteinheit: Erfassen der Drehwinkelstellung eines mit einem drehsynchron mit



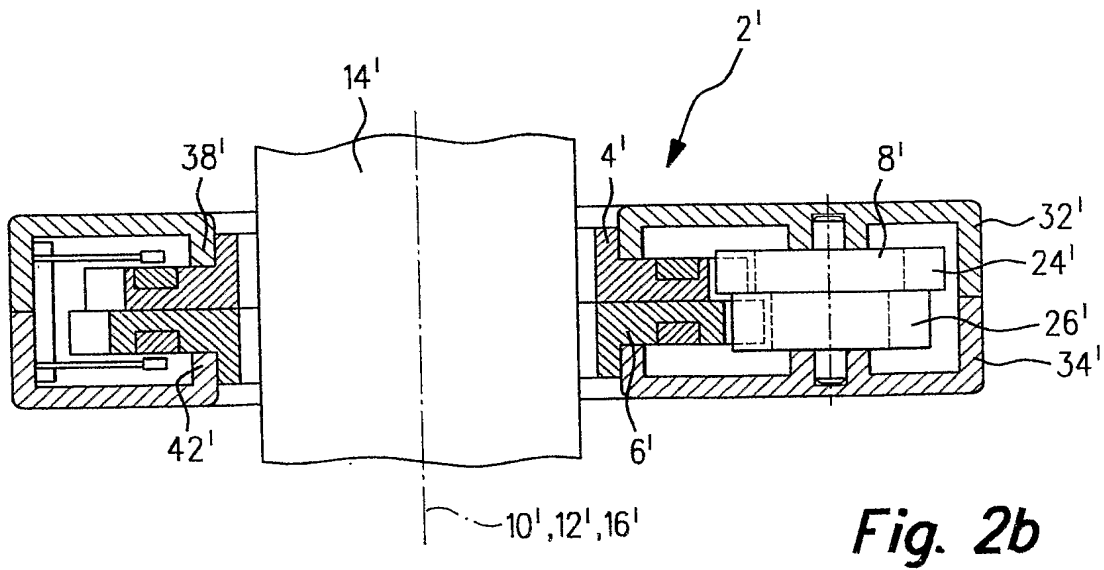
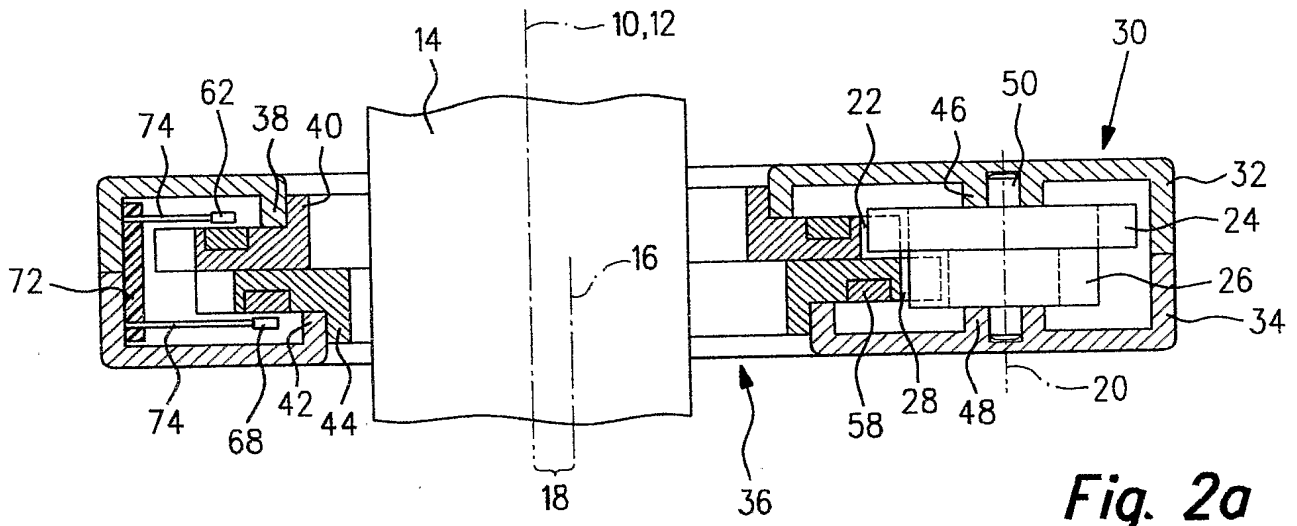
einer Lenksäule (14) oder Lenkrad gekoppelten Hauptrotors (4), der um die Drehachse (12) der Lenksäule (14) herum drehbar ist,

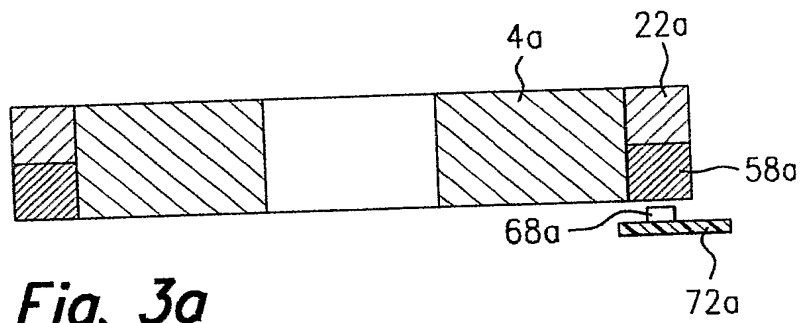
- mit einer zweiten Abtasteinheit: Erfassen der Drehwinkelstellung eines um die Drehachse (12) der Lenksäule (14) herum drehbaren Zusatzrotors (6), wobei der Zusatzrotor (6) von einem Getriebeglied (8) angetrieben wird, das vom Hauptrotor (4) angetrieben wird,
- Bestimmen des absoluten Lenkradwinkels unter Verwendung der Ausgangssignale der beiden Abtasteinheiten.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass der absolute Lenkradwinkel in einem Intervall von  $0^\circ$  bis  $360^\circ$  liegt.

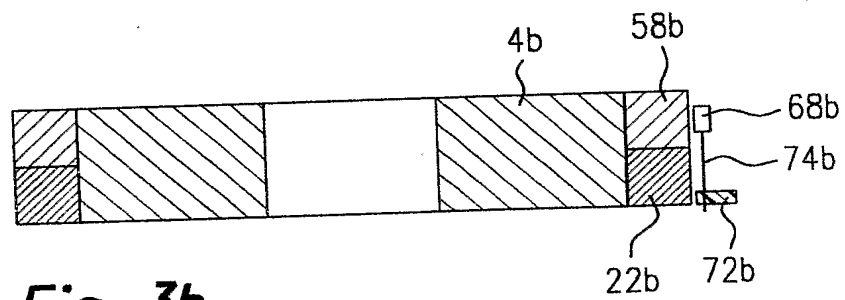
23. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass der absolute Lenkradwinkel in einem Vielfachen des Intervalls von  $0^\circ$  bis  $360^\circ$  liegt.

38261027

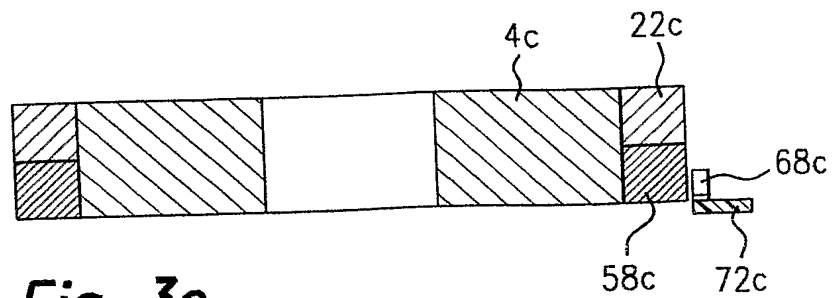




*Fig. 3a*



*Fig. 3b*



*Fig. 3c*

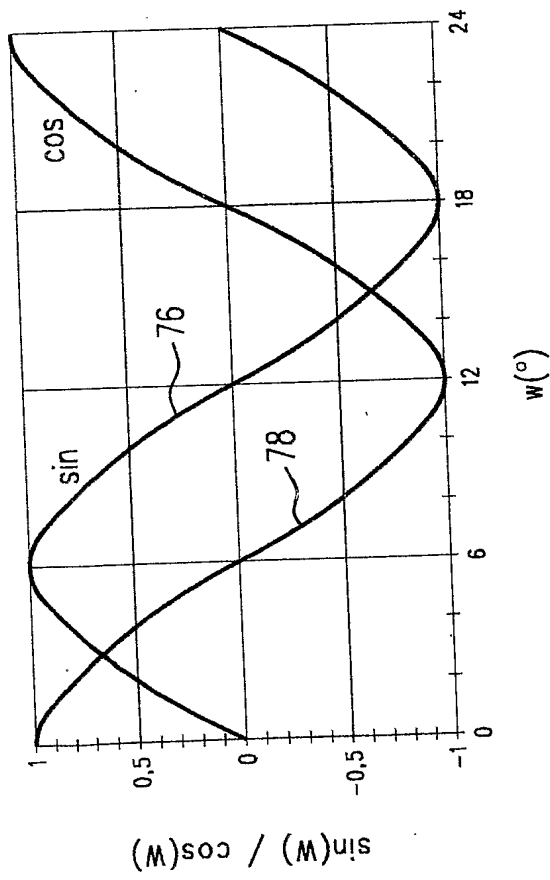


Fig. 4

$\alpha_0$ [Grad]	$w_{r2}$	$\alpha_0$ [Grad]	$w_{r2}$	$\alpha_0$ [Grad]	$w_{r2}$	$\alpha_0$ [Grad]	$w_{r2}$
0	0	96	140	192	130	288	120
24	110	120	100	216	90	312	80
48	70	144	60	240	50	336	40
72	30	168	20	264	10	360	0

Fig. 5